

УДК 621.9.047/.048

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ СПОСОБОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ В РЕЖИМЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

А.С. Ставышенко

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

E-mail: kafedra_si@mail.ru

Отмечены проблемы традиционных способов электрохимической обработки поверхности деталей из вязких материалов. Предложена новый прогрессивный способ электрохимического полирования деталей из нержавеющей сталей в режиме нестационарного электролиза. Приведены данные экспериментальных исследований по обработке образцов из стали 12Х18Н10Т с применением данного способа полирования. Установлено, что показатели качества обработки поверхности испытуемых образцов предложенным способом, выше показателей образцов, полученных после традиционных способов обработки. Указаны области практического применения обработки металлов и сплавов рассматриваемым способом.

Ключевые слова:

Физико-техническая обработка, показатели качества, поверхность деталей, электрохимическое полирование, нержавеющие стали, нестационарный электролиз.

Для финишной обработки поверхности деталей из труднообрабатываемых материалов наиболее часто применяют различные способы физико-технической обработки. Для обработки деталей из хромоникелевых сталей наиболее прогрессивным считается применение электрохимического полирования (ЭХП), которое широко применяется на производстве для чистовой отделочной обработки поверхностей деталей, а также в качестве подготовительной операции перед нанесением гальванических покрытий [1].

Многолетний опыт промышленного применения традиционных способов электрохимического полирования наряду с другими выявил один общий для всех их недостаток, связанный с необходимостью проведения специальных мероприятий по обеспечению безопасности людей и окружающей среды при приготовлении, использовании, регенерации и утилизации отработанных электролитов. Актуальна также и свойственная этим способам проблема с защитой другого внутрицехового технологического оборудования от электрохимической коррозии [1, 2]. Одной из основных причин всех вышеуказанных недостатков традиционных способов электрохимического полирования по мнению ряда авторов [1, 2] является то, что все эти способы полирования основаны на применении многокомпонентных электролитов на базе агрессивных и сильно токсичных кислот (серной, ортофосфорной, соляной и др.) при температуре электролита близкой к кипению с добавлением поверхностно-активных веществ, ингибиторов кислотной коррозии и других экологически вредных и опасных материалов.

В работах Б.Р. Лазаренко, А.А. Факторовича, В.Н. Дураджи и др. предложена технология нагрева металлов и сплавов в электролитной плазме с использованием постоянного тока напряжением свыше 120 В. В качестве одной из негативных особенностей процесса электролитного нагрева отмечено значительное локальное растравливание поверхности анода в режиме коммутации электрического тока (вторая стадия процесса) [3].

Группой сотрудников кафедры «Станки и инструменты» Тюменского государственного нефтегазового университета (ТюмГНГУ) был проведен комплекс исследований по использованию выявленного эффекта локального растравливания поверхности анода в режиме коммутации электрического тока для создания новой физико-химической модели полирования поверхности деталей в среде менее агрессивных электролитов. На основе данных исследований был разработан и запатентован [4] новый способ электрохимического полирования поверхности деталей из хромоникелевых сталей в режиме нестационарного электролиза (ЭХПНС-НЭ) с применением экологически безопасного электролита. Полирование поверхности деталей согласно разработанному способу ведется на постоянном электрическом токе в режиме нестационарного электролиза при генерировании множества искровых разрядов на поверхности изделия в интервале напряжений 140...310 В с силой тока 0,5...2,0 А в 4...19 % водном растворе Na_2CO_3 при температуре 40...90 °С. Время обработки деталей в зависимости от их площади и необходимых параметров качества поверхности может колебаться в интервале 2...18 мин. В предложенном способе использовался катод в виде бака цилиндрической формы с внутренним диаметром не менее 0,3 м из листовой стали 12Х18Н10Т толщиной 2 мм и имеющий полукулачковую форму охлаждения, через которую для стабилизации температуры электролита прокачивалась охлаждающая жидкость. Высота катода определялась в зависимости от длины и площади поверхности деталей, при этом соотношение площадей деталь-катод должно быть не менее 1:30. Все устройства токоподвода, сам катод и устройства системы охлаждения изолировались токопроводящими материалами (типа текстолит и фторопласт) и заземлялись.

Целью данной работы было исследование возможности получения сравнительно высоких качественных показателей отражательной способности

и величины шероховатости поверхности деталей после полирования их способом ЭХПНС-НЭ на различных режимах. Обработке подвергали образцы размером $10 \times 60 \times 2$ мм из стали марки 12Х18Н10Т (заготовки медицинских инструментов). Исходная шероховатость образцов $R_a = 0,63 \dots 0,66$ мкм, отражательная способность $\gamma \cdot 10^{-3} = 0,4 \dots 0,5$. Состав электролита – водный раствор Na_2CO_3 различных концентраций. Для экспериментальных исследований применялся бак-катод с рабочим объемом электролита 6 дм^3 . Для каждого опыта использовался новый электролит. Изменение концентрации Na_2CO_3 за счет осаждения кристаллической фазы на поверхности детали в процессе полирования компенсируется за счет испарения воды, поэтому контроль за изменением плотности электролита во время полирования не проводился. Температура электролита в зоне образования парогазовой оболочки контролировалась с помощью хромель-алюмелевой термопары, помещенной на расстоянии 20 мм от поверхности детали в средней ее части по длине. Время обработки образцов 2 мин. Шероховатость поверхности и отражательную способность измеряли по стандартным методикам с помощью профилометра модели 293 с цифровым отсчетом показаний и объективного фотометра У4.2ФОУ. Параметры тока и напряжения на электролитической ячейке измерялись и фиксировались с помощью электронного осциллографа С8-2.

Экспериментальные данные позволяют утверждать также, что сопоставимые с традиционными способами полирования показатели качества поверхности деталей из стали 12Х18Н10Т при обработке их по технологии ЭХПНС-НЭ могут быть получены лишь при напряжениях на электролитической ячейке $180 \dots 310$ В (рис. 1). Это можно объяснить тем, что при меньшем напряжении электрического тока на электролитической ячейке генерируемые импульсно-дуговые разряды приводят к образованию на поверхности деталей достаточно толстых (до 0,5 мм) и аморфных оксидных пленок, а при напряжениях выше 310 В на электролитической ячейке возникают микродуговые разряды [3], которые приводят к потере стабильности парогазовой оболочки вокруг поверхности деталей и её срыву, а значит и к прекращению процесса полирования.

Исследование влияния напряжения на электролитической ячейке на изменение шероховатости и отражательной способности поверхности деталей показали, что увеличение напряжения свыше 260 В приводит к ухудшению качества поверхности испытуемых образцов (рис. 2, 3). Это связано с потерей устойчивости электрогидродинамического режима парогазовой оболочки и генерированию на поверхности детали вместо множественных электроискровых разрядов малой мощности единичных электроискровых и микродуговых разрядов большой мощности, которые оставляют после себя на поверхности деталей характерные прижоги и тем самым ухудшают качество поверхности деталей.

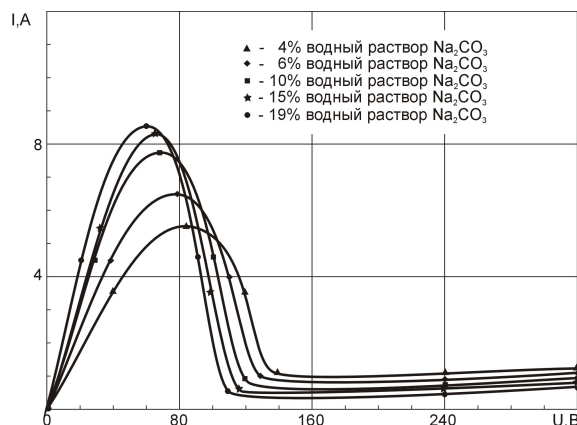


Рис. 1. Зависимость вольтамперных характеристик процесса ЭХПНС-НЭ деталей из стали 12Х18Н10Т от концентрации электролита

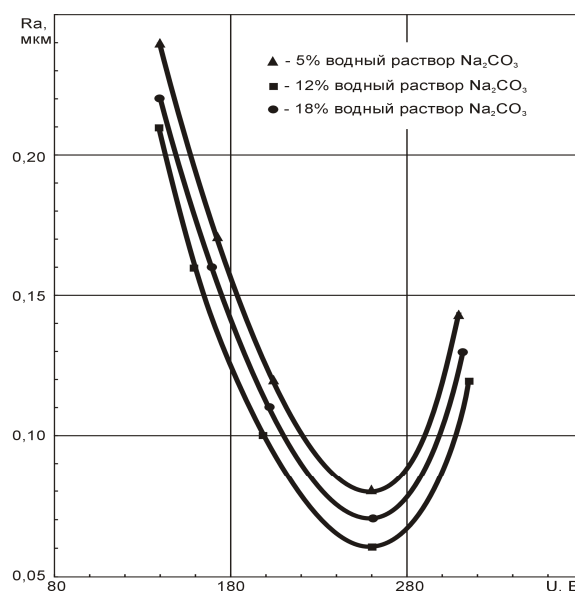


Рис. 2. Зависимость шероховатости поверхности R_a от напряжения на электролитической ячейке U при различной концентрации электролита

Исследование влияния концентрации электролита на изменение шероховатости и отражательной способности поверхности деталей из нержавеющей сталей (рис. 2, 3) показали, что увеличение концентрации Na_2CO_3 до 12 % улучшает показатели качества поверхности деталей. Это можно объяснить значительной ролью кристаллической фазы электролита, которая по данным [1] оседает на поверхности детали в процессе её интенсивного нагрева. Учитывая специфику гидродинамического режима процессов протекающих в парогазовой оболочке [3] можно сделать логический вывод о том, что кристаллическая фаза предпочтительно накапливается в микровпадинах рельефа и интенсивно вымывается с микровыступов рельефа поверхности деталей потоками электролита. Все это позволяет концентрировать разрядный процесс на микровыступах рельефа поверхности детали, интенсивно сглаживая их.

Увеличение концентрации соли углекислого натрия свыше 12 % приводит (рис. 2, 3) к снижению качества поверхности. Наличие обратного эффекта, связано здесь с тем, что увеличение концентрации Na_2CO_3 в растворе электролита приводит к росту толщины слоя кристаллической фазы оседающей на поверхности детали, который при концентрации Na_2CO_3 свыше 12 % становится больше половины значения среднеарифметического отклонения профиля микронеровностей и приводит к изоляции определенного числа выступов микрорельефа поверхности от действия электроискровых разрядов, т. е. процесс полирования локализуется лишь на более грубом микрорельефе. Следовательно, при выборе концентрации электролита и назначении технологических режимов необходимо достигать баланса этих параметров, обеспечивающих оптимальную высоту слоя кристаллической фазы на поверхности обрабатываемой детали для получения необходимой высоты микронеровностей этой поверхности.

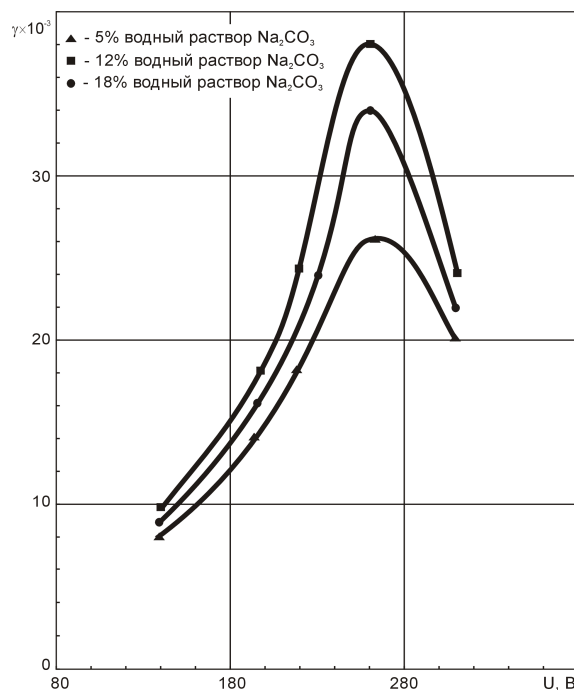


Рис. 3. Зависимость отражательной способности поверхности $\gamma \cdot 10^{-3}$ от напряжения на электролитической ячейке U при различной концентрации электролита

Экспериментальные данные позволяют утверждать также, что наилучшие показатели качества поверхности деталей из стали 12Х18Н10Т, при обработке их по технологии ЭХПНС-НЭ, могут быть получены лишь при малых плотностях тока на электролитической ячейке (рис. 4, 5). Это объясняется тем, что при больших плотностях тока больше вероятность возникновения импульсно-дуговых разрядов [3], которые в отличие от множественных электроискровых разрядов локализуются только на отдельных участках микрорельефа поверхности, где оставляют после себя характерные кратеры.

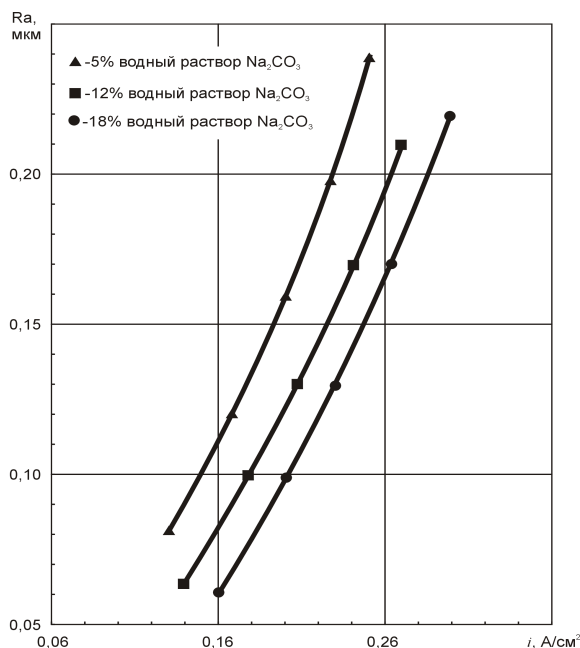


Рис. 4. Зависимость шероховатости поверхности Ra от плотности тока на электролитической ячейке i при различной концентрации электролита

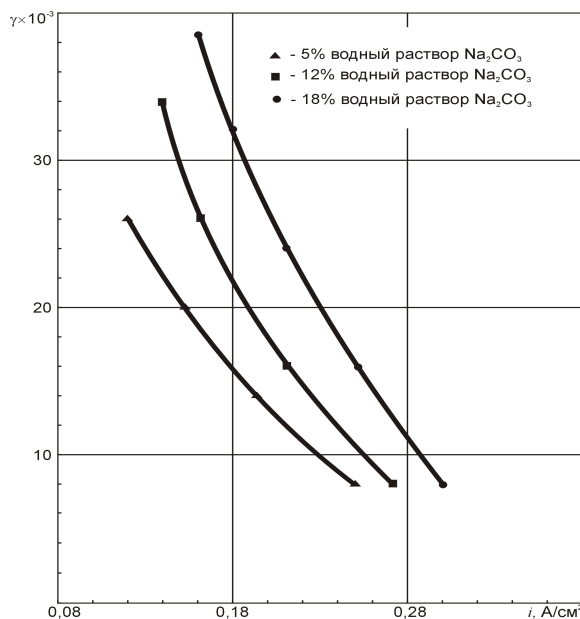


Рис. 5. Зависимость отражательной способности поверхности $\gamma \cdot 10^{-3}$ от плотности тока на электролитической ячейке i при различной концентрации электролита

Таким образом, проведенные исследования показывают, что новый способ электрохимического полирования деталей из хромоникелевых сталей в режиме нестационарного электролиза позволяет при обработке деталей из нержавеющей сталей типа 12Х18Н10Т получить сравнительно высокие качественные показатели отражательной способности и величины шероховатости поверхности деталей в достаточно широком диапазоне технологических режимов, а в диапазоне напряжений

240...280 В и улучшить их по сравнению с известными в литературе способами.

Проведенные исследования показали, что способ электрохимического полирования деталей из хромоникелевых сталей в режиме нестационарного электролиза позволяет достичь при обработке деталей из нержавеющей стали 12Х18Н10Т среднеа-

рифметического значения параметра шероховатости 0,062 мкм, что на 21 % меньше, чем было получено по известному ранее способу полирования [5]. Максимально возможная отражательная способность поверхности согласно приведенному выше способу, улучшена по сравнению с аналогом [5] примерно в 1,3 раза и составляет $\gamma=38,3 \cdot 10^{-3}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грилихес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование: Теория и практика. Влияние на свойства металлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1987. – 232 с.
2. Папилов Л.Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. – М: Машиностроение, 1982. – 399 с.
3. Дураджи В.Н., Брянцев И.В., Товарков А.К. Исследование эрозии анода при воздействии на него электролитной плазмы // Электронная обработка материалов. – 1978. – № 5. – С. 13–17.
4. Пат. 2118412 РФ. МПК⁸ C25F 3/24. Способ электрохимического полирования изделий из хромоникелевых сталей / А.С. Ста-

вышенко, П.Е. Наук, С.В. Скифский. Заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет. – 97106310/02; заявл. 24.04.97; опубл. 27.08.98, Бюл. № 24. – 11 с.: ил.

5. А.с. 1700110 СССР. МКИ³ C25F 3/16. Способ полирования изделий из хромоникелиевых сталей / В.К. Станишевский, Л.М. Семенов, В.Н. Тихоновский, А.А. Кособуцкий, А.Э. Паршута, В.А. Хлебцевич, Л.С. Величко. Заявитель Белорусский политехнический институт. – № 4131156/02; заявл. 03.07.86; опубл. 23.12.91, Бюл. № 47. – 3 с.

Поступила 25.12.2008 г.

УДК 665.633

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПАУНДИРОВАНИЯ ТОВАРНЫХ БЕНЗИНОВ С УЧЕТОМ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОНЕНТОВ СМЕСИ

А.В. Кравцов, Э.Д. Иванчина, Ю.А. Смышляева

Томский политехнический университет
E-mail: julep@sibmail.com

Изложен новый подход к расчету процесса приготовления товарных бензинов с использованием компьютерной моделирующей системы. Выполнен анализ влияния межмолекулярных взаимодействий компонентов смеси на неаддитивность их свойств с учетом особенностей заводских технологий и состава перерабатываемого сырья.

Ключевые слова:

Математическое моделирование, процесс компаундирования, товарный бензин, октановое число, межмолекулярное взаимодействие, дипольный момент.

В схеме современного нефтеперерабатывающего завода всегда присутствует процесс компаундирования товарных бензинов. Этот процесс обеспечивает получение высокооктанового бензина, отвечающего требованиям ГОСТ. В то же время для повышения качества получаемого бензина и его выхода постоянно ведётся поиск путей совершенствования технологии данного процесса, новых композиций смесения на основе октаноповышающих присадок и добавок. В настоящее время эту задачу пытаются решать как экспериментальными способами (использование высокооктановых компонентов; применение антидетонационных присадок и т. д.), так и методами математического описания оптимизации данного процесса с разработкой систем автоматизации [1, 2]. Оптимизация процесса компаундирования затрудняется отклонением от аддитивности ряда физико-химических свойств компонентов смесей (энтальпийные и энтропий-

ные свойства, испаряемость, детонационная стойкость), а также постоянно меняющимся составом сырья. Принципиальное сокращение времени на компаундирование и повышение эффективности этой стадии становится возможным при использовании метода математического моделирования на физико-химической основе, реализованного в виде компьютерной системы.

Методики расчета октановых чисел

В настоящее время все методики расчета октановых чисел (ОЧ) подразделяются на эмпирические, основанные на статистической обработке опытных данных, и химические, основанные на учете механизма взаимодействия углеводородов, присадок и добавок. Последние обладают рядом преимуществ и позволяют более точно рассчитать ОЧ товарных бензинов, основываясь на физико-